

주암호 유역의 총인과 총질소 부하 특성

Loading characteristics of Total Phosphorus and Total Nitrogen
from the Juam Lake Watershed

윤 광 식* · 한 국 현 · 최 수 명 · 정 재 운(전남대) · 조 재 영(전북대)
Yoon, Kwang-Sik · Han, Kuk-Heon · Choi, Soo-Myung · Jung, Jae-Woon · Cho, Jae-Young

Abstract

A subwatershed within the Lake Juam was monitored to identify hydrologic and water quality characteristics. Rainfall record was collected and flow rate measurement and water quality sampling were conducted periodically at the watershed outlet. Water quality of storm period was worse than that of base flow period. Nutrient loading from the watershed was governed by only a few storms during study period. Nonpoint source pollution was identified major problem for water quality management in Juam Lake.

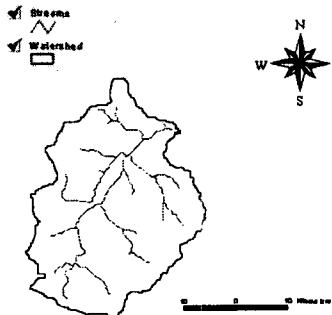
I. 서론

주암호는 광주 전남지역의 주요한 용수공급원으로써 그중 생활용수가 전체 공급용수의 84%를 차지하는 상수원이다. 주암호와 우리나라 주요 인공호와 비교해 보면 그 수질은 양호한 편이다. 그러나 상대적으로 타 호소에 비해 점오염원이 적음에도 불구하고 주암호 상류지역으로부터 유입되는 영양염류에 의한 부영양화로 녹조·적조 현상이 나타나고 있어 영양염류 저감의 필요성이 제기되었다. 따라서 영양염류 저감을 위해서는 영양염류 유입부하량의 정량화가 필요하지만, 현재까지 주암호 유역을 대상으로 강우시 영양염류 유입부하에 대한 연구는 드문 편이다. 본 연구에서는 주암호 유입 소유역의 대표유역인 외남천 유역을 대상으로 현장모니터링을 통해 기상특성, 수문 및 수질을 조사하여 주암호 유역의 영양염류 유입부하 특성을 고찰하였다.

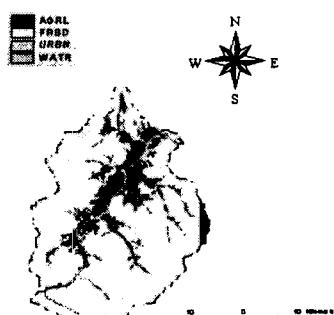
II. 재료 및 방법

1. 시험유역 현황

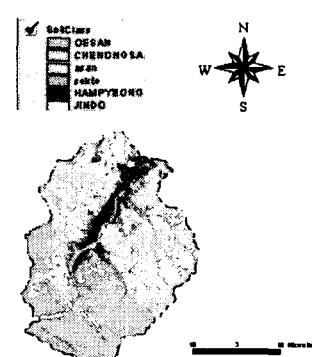
본 연구의 대상유역인 외남천 유역은 전남 화순군 남면과 한천면 일대로서 주암호 유입 소유역 중 여타 유역에 비해 농경지 비율이 높아 비점오염 유출특성 변화를 적절하게 모니터링 할 수 있는 유역이다. 유역의 오염부하량 산정을 위해 2001년 5월~2002년 12월 까지 수문 및 수질조사를 실시하였고, 강우량 자료는 외남천 유역 내에 있는 남면 면사무소의 강우량 자료를 사용하였으며, 유량산정을 위해 프로펠러 유속계(BFM 002, Valeport, UK)를 사용하여 사평구교 지점에서 유속을 측정하여 평균단면법을 이용하여 유량을 산정하였다. 그리고 수위측정은 압력식 수위계인 Orphimedes(OTT, Germany)를 사용하여 20분 간격으로 수위를 측정하였다. 수질조사는 2주 간격 또는 강우시 수위변화에 따른 수질 샘플을 채취하여 실험실에서 Standard Method로 성분분석을 실시하였다. <Fig. 1>은 유역 경계 및 하천망, <Fig. 2>는 토지이용 현황, <Fig. 3>은 토양 분포를 보여주고 있다.



<Fig. 1> Oenam Watershed



<Fig. 2> Landuse



<Fig. 3> Soil series

2. 시험유역 오염원 현황

대상유역의 총 인구는 남면 2,092명, 한천면 740명으로 2,832명이고 이 중 사평리 인구가 1,100명으로 유역 전체인구의 38.8%를 차지하고 있고, 축산 현황은 한우와 젖소를 합한 소 사육두수는 567두, 돼지 349두, 가금 5,515두이고, 토지이용은 논 575ha(9.8%), 밭 212ha(3.6%), 임야 4,826ha(82.6%), 주거지 63ha(1.2%), 기타 165ha(2.8%)로 총 5,841ha이다.

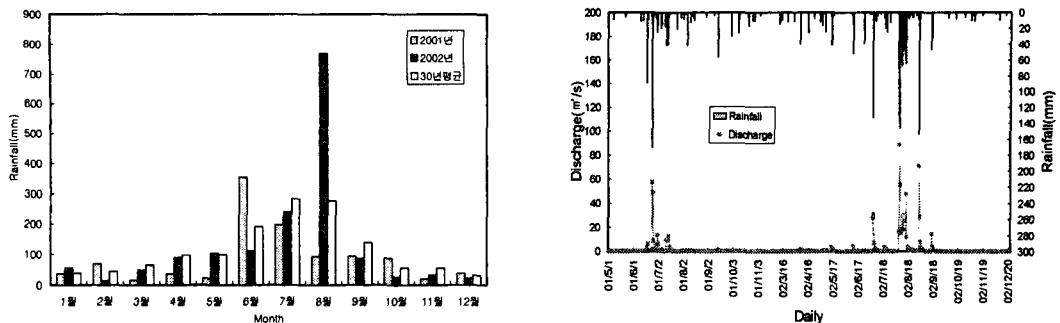
III. 결과 및 고찰

1. 기상

2001년과 2002년의 외남천 유역의 년간 강수량은 1,053mm, 1,591mm로 2001년의 경우 30년 평균 강수량 1,368mm에 비해 315mm가 더 적었고, 2002년의 경우는 223mm가 더 많게 나타났다. <Fig. 4>는 30년 평균 월별 강수량과 2001년, 2002년 강수량을 비교한 것이다. 2001년의 경우 8월에 91mm로 평균 강수량 276mm에 훨씬 못 미치는 양이었고, 6월은 354mm로 30년 평균치인 190.3mm의 150%에 해당하였다. 2002년의 경우 6월은 평년에 비해 적은 반면, 8월의 경우는 768.0mm를 기록하여 평균치인 276mm의 278%에 해당하였다. 2001년과 2002년의 기상조건은 조사 유역의 평균적인 조건과는 상이하여 이에 따른 유출 및 오염 부하 특성도 평년과는 다를 것으로 판단된다.

2. 강우-유출량

<Fig. 4>는 시험유역의 강우-유출 분포를 보여주고 있고 이기간 동안 비강우시 주암호 일평균 유입량은 3만m³으로 나타났다. 2001년 6월 22일~6월 26일까지 200mm 집중강우로 6월 24일과 25일 각각 57.0m³/s와 48.7m³/s의 많은 유출량이 발생하여 이틀동안 9백 만m³이 주암호내로 유입되었다. 이는 조사기간 동안의 평상시 주암호 일평균 유입량보다 300배 정도 큰 값이다. 2002년에는 8월 6일~8월 9일 사이에 322mm의 집중강우로 8월 7일과 8일에 각각 88.6m³/s와 55.3m³/s의 많은 유출량이 발생하여 평상시 주암호 일평균 유입량보다 400배정도 큰 12백만m³이 유입되었다. 8월 31일에는 154mm의 강우로 인해 70.7m³/s의 유출량이 발생하여 평상시 주암호 일평균 유입량보다 200배정도 큰 6백만m³이 주암호내로 유입되었다.

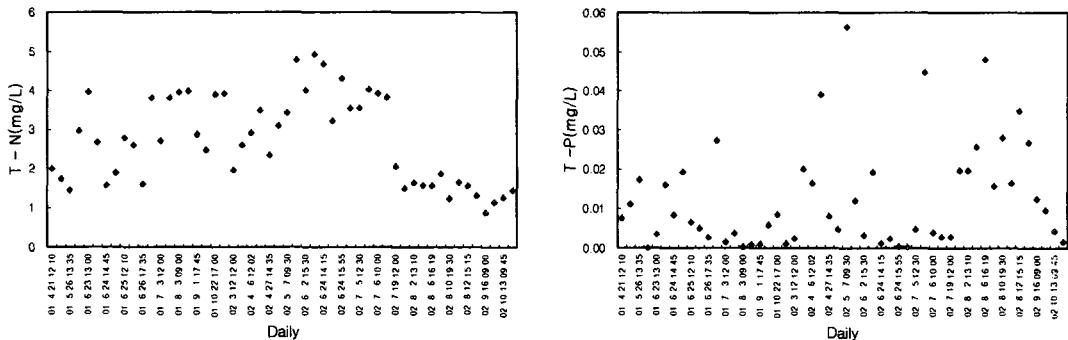


<Fig. 4> Rainfall and Discharge of Oenam Watershed

3. 수질 분석 결과

<Fig. 5>는 조사기간동안 T-N, T-P 수질측정 결과를 보여주고 있다. T-N 농도변화를 살펴보면, 2001년의 경우 1.445~3.980mg/L 범위였고 평균 2.835mg/L, 2002년은 0.87~4.93 mg/L 범위였고 평균 2.66mg/L로 조사되었다. 전체 조사기간에 대해서 강우, 비강우시 T-N 농도변화는 강우시 평균 2.92mg/L, 비강우시 평균 2.77mg/L로 관측되었다.

T-P 농도 변화는 2001년의 경우는 0~0.0273mg/L이었고 평균 0.007mg/L범위의 값을 보였고, 2002년에는 0.004~0.0564mg/L이었고 평균 0.0160mg/L범위의 값을 보였다. 조사기간 전체의 경우에 대해 강우, 비강우시 농도변화는 강우시 0.0167mg/L이고 비강우시는 0.008 mg/L로 나타났다.



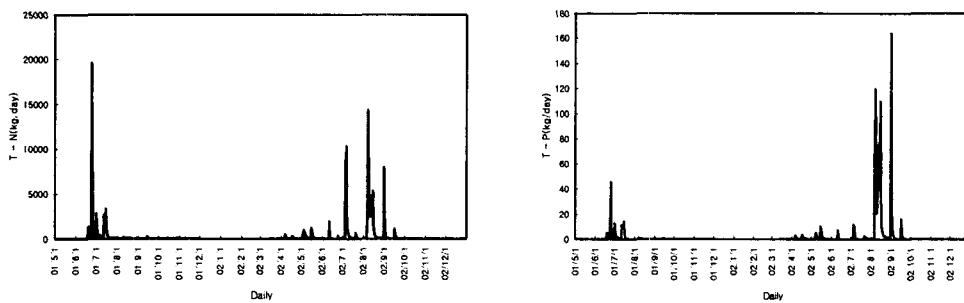
<Fig. 5> Seasonal T-N and T-P Concentration Changes of Oenam stream

4. 유입 영양염류 부하량 산정

조사기간동안 유량과 수질 자료를 통하여 일 오염 부하량을 산정하였으며, 그 결과는 <Fig. 6>과 같다. 조사기간인 2001년 강우시 T-N 부하량은 8.6kg/ha로 2001년 전체 부하량의 81%를 차지하고 있으며, 비강우시 2.0kg/ha로 전체의 19%가량을 차지하고 있다. 2002년의 경우는 강우시 T-N 부하량이 14.8kg/ha로 전체의 84%, 비강우시는 2.8kg/ha로 전체의 16%를 차지하고 있다.

T-P 부하량은 2001년의 경우 강우시 0.025kg/ha로 전체 부하량의 81%, 비강우시 부하량은 0.0059kg/ha로 19% 가량을 차지하고 있다. 2002년은 강우시 0.15kg/ha로 전체 부하량의 88%, 비강우시는 0.020kg/ha로 12%가량을 나타내었다.

2001년과 2002년의 부하량 결과를 살펴보면 T-N의 경우 1.65배, T-P는 5.66배 증가하였는데, 이는 2002년의 경우 2001년보다 강수량이 상대적으로 많았고, T-N의 경우 2년간 농도변화가 크지 않았으나, T-P는 2002년이 2.3배정도 농도가 높았기 때문인 것으로 판단된다.



<Fig. 6> Load of T-N, T-P

IV. 결론

영양염류 저감을 위해서는 영양염류 유입부하량의 정량화가 필요하지만, 주암호 유역을 대상으로 강우시 영양염류 유입부하에 대한 연구는 드문 편이다. 따라서 본 연구에서는 주암호 유입 소유역인 외남천 유역을 대상으로 현장모니터링을 실시하여 주암호 유역의 영양염류 유입부하 특성을 고찰하였다.

1. 외남천 유역 T-N 농도는 조사기간 동안 전체적으로 IV급수 이상의 수질이었고, T-P의 경우는 비강우시 I 급수 수질을 유지하다가 강우시에 II급수 수질로 떨어지는 경 우도 조사되었다.
2. 영양염류 부하량은 T-N의 경우 강우시 부하량은 2001년과 2002년 각각 8.6kg/ha, 14.8kg/ha이고 비강우시 T-N은 2.0kg/ha, 2.8kg/ha로 나타났고, T-P 부하량은 2001년과 2002년 강우시 각각 0.025kg/ha, 0.15kg/ha이고 비강우시는 각각 0.0059kg/ha, 0.02kg/ha로 나타났다.
3. 2001년과 2002년의 부하량 결과를 살펴보면 T-N의 경우 1.65배, T-P는 5.66배 증가하였다. 이는 T-N, T-P부하량은 강우-유출에 민감하고, 특히 T-P가 T-N보다 더 많은 차이를 보이는 것은 T-P의 경우 토양에 쉽게 흡착되어 강우-유출에 의해 토사와 함께 하천으로 유입되는 경향이 있기 때문인 것으로 판단된다.
4. 주암호내 농촌유역 오염부하특성은 비강우시 오염부하량은 크지 않으나 강우시 비점오염 및 유사 비점오염의 기여율이 큰 것으로 판단된다.